

ABSORÇÃO FOLIAR DO FLÚOR ATMOSFÉRICO POR CULTIVARES DE MILHO E CAPIM COLONIÃO

RIMENA R. DOMINGUES¹; GEISA L. MESQUITA²; HEITOR CANTARELLA³;
DIRCEU MATTOS JR.⁴

Nº 10135

Resumo - A emissão de fluoretos à atmosfera oriundos da produção de superfosfatos e de cerâmica tem causado grande preocupação pelo efeito tóxico às plantas. Foi conduzido experimento em casa de vegetação em delineamento inteiramente ao acaso, para avaliar o efeito do F em plantas de capim colonião e cultivares de milho sobre a produção de massa seca e o teor de clorofila. As plantas foram submetidas à contaminação pelo elemento por exposições em 12 dias alternados por 30 minutos, durante 32 dias. Os tratamentos foram definidos pela combinação das espécies e uma intensidade de exposição ao F atmosférico ($0,16 \text{ mol L}^{-1}$), em sistema de nebulização de solução com ácido fluorídrico (HF) no ambiente interno de uma câmara, mais um controle não exposto, com 4 repetições. Foram feitas análises de teor de clorofila a, b e total, análise química para caracterização dos teores de F no tecido foliar e avaliado a produção de massa seca das plantas. Todas as plantas apresentaram sintomas visuais quando exposta ao F. As variedades de milhos foram as primeiras a apresentarem sintomas, após a 4ª nebulização, enquanto que o capim colonião após a 7ª nebulização. Houve redução no teor de clorofila a nas variedades de milho, com conseqüente redução na produção de massa seca. Nas plantas de capim colonião mesmo não tendo efeito do teor de clorofila, apresentou queda na produção. Ocorreu acúmulo de F nas folhas de todas as plantas nebulizadas com HF.

Abstract -The emission of fluorides to the atmosphere from the production of superphosphate and ceramics has caused concern for the toxic effect on plants. A greenhouse experiment in a completely randomized design evaluates the effect of F in plants of tall grass and maize cultivars on dry matter production and chlorophyll content. The plants were contaminated by the element of exhibitions on 12 alternate days for 30 minutes, during 32 days. The treatments were defined by the combination of species and intensity of exposure to atmospheric F (0.16 mol L^{-1}) in a nebulization system solution with hydrofluoric acid (HF) in the internal of a camera, plus a control unexposed with four replications. Were analyzed in the chlorophyll a, b and total chemical analysis to characterize the levels of F in leaf tissue and measured the plants dry weight. All plants analyses showed visual symptoms when exposed to F. The corn varieties were the first to show symptoms after 4 nebulizations, and the panicum maximum shows symptoms after 7 nebulizations. It was a reduction in chlorophyll a in the corn varieties, with a consequent reduction in dry weight production. In *Panicum maximum* plants showed a drop in production and none effect of chlorophyll content. F accumulation occurred in leaves of all plants nebulized with HF.

1 Introdução

1. Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas, PUCCAMP, Campinas-SP, rimena_r@gmail.com

2. Colaborador : MSc. Geisa Lima Mesquita, Instituto Agrônômico, Campinas-SP

3. Orientador : Pesquisador, Instituto Agrônômico, Campinas-SP

4. Colaborador: Pesquisador, Instituto Agrônômico, Campinas-SP

A liberação de compostos inorgânicos fluorados à atmosfera causa preocupação pelo seu efeito tóxico às plantas, tais como alterações metabólicas, lesões foliares, e redução no crescimento e na produtividade (ALMEIDA *et al.*, 2001),

O flúor (F) ocorre naturalmente no ambiente em muitas formas combinadas no solo, sobretudo como fluorita (CaF_2), criolita (Na_3AlF_6) e apatita [$\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$] (SMITH, 1983). No caso da poluição antropogênica o F atmosférico é oriundo da produção de superfosfatos (a partir da apatita) e outros adubos minerais, além de fábricas de vidro e cerâmica que emitem para o ambiente compostos altamente reativos, como HF e tetrafluoreto de silício (SiF_4) (ARNDT *et al.*, 1995).

Nas plantas, o F é absorvido pelas folhas através dos estômatos e, em menores proporções, pelas cutículas e lenticelas (Mc LUNE *et al.*, 1977; ARNDT *et al.*, 1995).

Além de sintomas visíveis, o F causa alterações bioquímicas e fisiológicas importantes, como alterações na síntese de pigmentos e degradação das estruturas de cloroplastos. Este conjunto de fatores reduz a fotossíntese das plantas expostas e, conseqüentemente, o desenvolvimento e a produção (WEINSTEIN; DAVISON, 2004).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do flúor no teor de clorofila, estado nutricional e produtividade em plantas de capim colômbio e quatro variedades de milho.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Agrônomo, localizado no município de Campinas, SP. Para o estudo foram utilizadas plantas de capim colômbio (*Panicum maximum*) e quatro variedades de milho (*Zea mays*), sendo duas classificadas como sensível ao flúor (DKB 390 e Ômega NBX8315) e outras duas classificadas como tolerantes (AG7088 e 2B707). As espécies foram produzidas em vasos de plástico com capacidade para 5 L, preenchidos com terra coletada na camada arável de um solo do tipo Latossolo Vermelho-Escuro.

Após dois meses de crescimento das plantas, iniciaram-se as exposições ao ambiente contaminado com flúor em câmara fechada de 7,92 m³ de volume, em sistema de nebulização com solução de 0,16 mol L⁻¹ de ácido fluorídrico (HF), por 12 dias não consecutivos. As exposições tiveram uma duração diária de 30 minutos e após esse tempo permaneceram na câmara por mais 60 minutos até a remoção para o ambiente externo. O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado com tratamentos definidos pela combinação das cinco espécies/variedades, uma exposição ao F atmosférico (0,16 mol L⁻¹ HF) e mais as plantas controles não expostas ao HF.

Antes da coleta das plantas, foi retirado amostras do tecido foliar do terço médio de cada planta para a análise de clorofila. A clorofila foi extraída pelo método empregado por Barnes *et al.* (1992), no qual utilizou-se como extrator o dimetilsulfóxido (DMSO) e avaliado em espectrofotometria nos comprimentos de onda de 646 e 663 nm. Os cálculos para as concentrações de Clorofila *a*, *b* e total foram baseadas nas equações descritas por Whitham (1979): $C_a = (14,85 A_{663}) - (5,14 A_{646})$, $C_b = (25,48 A_{646}) - (7,36 A_{663})$ e $C_t = C_a + C_b$.

Após 32 dias do início das nebulizações as plantas foram coletadas e separadas em raiz, caule e folhas (velhas e novas) para avaliação da produção de massa, teor de clorofila e concentração de F. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e os efeitos dos tratamentos foram avaliados por meio de comparação de médias pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade utilizando o programa SAS® (SAS Institute, Inc., 1996).

3 Resultados e Discussão

3.1 Concentração de F nas folhas

O conteúdo de F aumentou continuamente ao longo do período de exposição em todas as plantas estudadas. O capim colômbio apresentou concentrações de 62,5 mg kg⁻¹ de F nas folhas (Figura 1a).

As variedades de milho não foram afetadas diferencialmente pela dose de HF, não havendo interação entre variedades e doses. Todas as variedades tiveram maior teor do elemento nas folhas velhas (Figura 1b), talvez pelo fato de serem essas folhas expostas por mais tempo durante a condução do experimento.

(a)

(b)

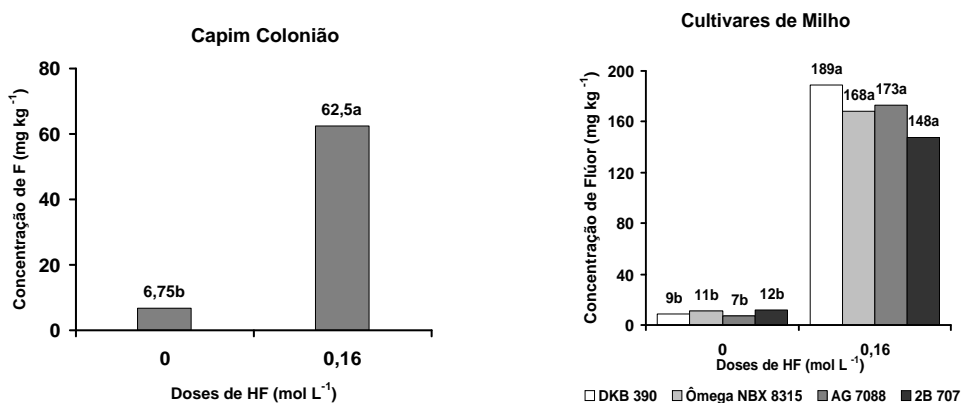


FIGURA 1. Teores de flúor após 32 dias do início das nebulização com HF em plantas de Capim Colômbio e milho (DKB 390, Ômega NBX 8315, AG 7088 e 2B 707). Médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente para dose, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

A quantidade de F acumulado pelas plantas e a severidade dos danos provocados depende da suscetibilidade genética, de fatores climáticos e edáficos, da interação entre poluentes, tempo de exposição e do estágio de desenvolvimento da planta (TRESHOW; ANDERSON 1989).

3.2 Sintomas Visuais

No capim colonião, os primeiros sintomas visuais ocorreram a partir da 7ª nebulização em algumas folhas superiores. A clorose iniciou pela nervura central e se estendeu até as bordas foliares (Figura 2a). No milho os sintomas apareceram a partir da 4ª nebulização nas variedades DKB 390 e Ômega NBX 8315, consideradas sensíveis, com o aparecimento de clorose nas bordas foliares, que evoluíram para uma necrose marginal à medida que as plantas eram submetidas à contaminação por F (Figura 2b e 2c). Nas variedades AG 7088 e 2B 707, tidas como tolerantes, os sintomas apareceram pouco antes do florescimento, iniciando por clorose internerval nas folhas e evoluíram para necrose marginal (Figura 2d e 2e).

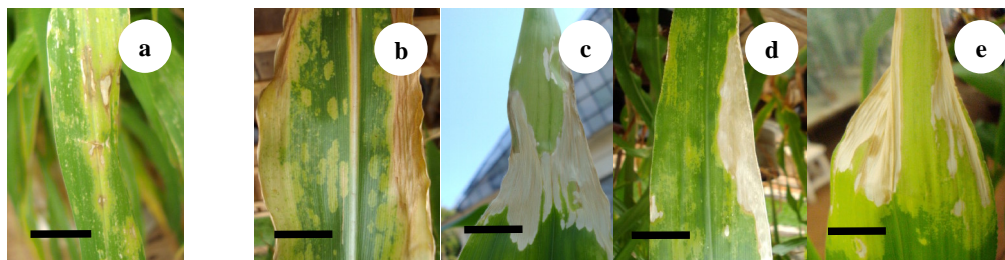


FIGURA 3. Sintomas de injúrias em folhas causadas pela exposição de HF: a – Capim Colonião (barra = 0,2 cm); b – DKB390 (barra = 0,15 cm); c – Ômega BX8315 (barra = 0,5 cm); d – AG7088 (barra = 0,2 cm); e – 2B707 (barra = 0,2 cm).

3.2 Teor de Clorofila

O teor de clorofila nas plantas de capim colonião não apresentou efeitos da exposição ao F. As variedades de milho foram afetadas diferencialmente na análise de teor de clorofila a na presença do F. As variedades AG 7088 e 2B707 foram as que mais reduziram o teor dessa clorofila nas plantas exposta ao elemento, em 42% e 24%, respectivamente. O milho DKB 390 teve efeito intermediário, com redução de 22% e variedade Ômega 8315 foi a que se mostrou a mais tolerante ao elemento para essa variável (Tabela 1). No entanto clorofila b e total não tiveram efeito do tratamento, mesmo após 32 dias de exposição ao ambiente contaminado.

O F possui a capacidade de se ligar ao Ca e ao Mg e formar compostos, como CaF_2 e MgF_2 , causando distúrbios na biossíntese da clorofila, situação que ocorre quando o poluente se acumula no citoplasma. (WEINSTEIN; DAVISON, 2004).

TABELA 1. Efeito teor de clorofila a em plantas de milho (DKB 390, Ômega NBX 8315, AG 7088 e 2B 707) após 12 sessões de nebulização com HF.

Doses de HF	DKB 390	Ômega 8315	AG 7088	2B707	Média
	Teor de Clorofila a				
mol L ⁻¹	mg g ⁻¹				
0	1,62 a A	1,57 a A	1,45 a AB	1,36 a B	1,50
0,16	1,26 a AB	1,55 a A	0,84 b B	1,03 b B	1,17
Média	1,44	1,57	1,14	1,19	-
Teste F					
Variedade (V)					8,36 **
Dose (D)					22,84 **
V x D					3,31 **

(¹) ns, ** e *: não significativo, significativo a 1 e a 5% pelo teste de Duncan, respectivamente.

As médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente para dose e maiúscula na linha para variedade, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

O F possui a capacidade de se ligar ao Ca e ao Mg e formar compostos, como CaF₂ e MgF₂, causando distúrbios na biossíntese da clorofila, situação que ocorre quando o poluente se acumula no citoplasma. (WEINSTEIN; DAVISON, 2004).

3.4 Produção de Massa Seca

A produção de massa seca foi afetada pela exposição ao F em todas as plantas estudadas. Plantas de capim colônião apresentaram redução de 20% em relação às plantas controle (Figura 3). Para as variedades de milho, houve respostas diferenciais para produção de massa seca da parte aérea quando as plantas foram expostas ao ambiente contaminado por F (Tabela 2). A redução da produção foi de 19, 18, 12 e 6,5%, para DKB 390, Ômega NBX 8315, AG 7088 e 2B 707, respectivamente. Em termos relativos à variedade 2B707 se mostrou mais tolerante pela contaminação com F, pois apresentou o maior índice $F_{0,16}/F_0$, 0,93, enquanto que as demais variedades apresentaram índice de ~ 0,85.

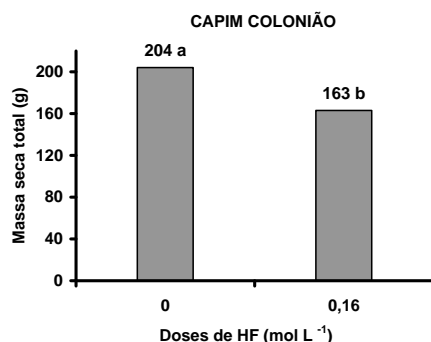


FIGURA 3. Efeito do F na produção de massa seca em Capim Colônião. Médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente para dose, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 2. Efeito do F na produção de massa seca em variedades de milho (DKB 390, Ômega NBX 8315, AG 7088 e 2B 707) após 32 dias do início das nebulização. com HF.

Doses de HF	DKB 390	Ômega NBX 8315	AG 7088	2B707	Média
	Massa seca parte aérea				
	g ⁽¹⁾				
mol L ⁻¹					
0	94,29 B a	107,69 A a	98,75 B a	92,74 B a	98,37
0,16	76,32 B b	88,20 A b	86,79 A b	86,73 A b	84,51
Média	85,31	97,95	92,77	89,73	-
Teste F					
Variedade (V)					9,90 **
Dose (D)					67,33 **
V x D					3,33 *

As médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente para dose e maiúscula na linha para variedade, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

Conclusão

Houve danos visuais em todas as espécies estudadas. O F acumulou continuamente nas folhas das plantas com as nebulizações com HF. O teor de clorofila a reduziu nas variedades de milho, com conseqüente redução na produção de massa seca. Nas plantas de capim colômbio, mesmo não tendo tido efeito do teor de clorofila, apresentou queda na produção.

Referências

- ALMEIDA, M.; FRADE, P.; CAMPANTE, H.; MARQUES, J. C.; CORREIA, A. M. S. Redução dos teores de flúor nos efluentes gasosos da indústria cerâmica. *Cerâmica Industrial*. v.6, n.3, p. 7-13, 2001.
- ARNDT, U; FLORES, F.; WEINSTEIN, L.H. *Fluoride effects on plants, diagnose of injury in the vegetation of Brazil*. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 155p.
- ASPACER. Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento. Disponível em: <<http://aspacer.com.br>>. Acesso em: 26 mar. 2008.
- BARNES, J. D.; BALUGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A. W. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. *Environmental and Experimental Botany*, Elmsford, v. 32, n. 2, p. 85-100, 1992.
- BREWER, R.F.; GUILLERMET, F.B.; SUTHERLAND, F.H. The atmospheric fluoride on gladiolus growth, flowering and corn production. *Proceedings of the American Society for Horticulture Science*, v.88, p.634-644, 1965.
- MCCUNE, D.C.; MACLEAN, D.C.; SCHNEIDER, R.E. Experimental approaches to the effects of airborne fluoride on plants. In: Mansfield, T.A. (Ed.) *Effects of air pollutants on plants*. Cambridge University Press: Cambridge. p. 31-43, 1976.
- TRESHOW, M.; ANDERSON, K. F. *Plant stress from air pollution*. Wiley: New York, v. 51, n. 2, 1989.
- WEINSTEIN, L.H.; DAVISON, A. *Fluoride in the environment*, Cabi, London: 2004. 287p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.